第 24 卷 第 2 期
1981 年 5 月

昆 虫 学 报
ACTA ENTOMOLOGICA SINICA

Vol. 24, No. 2
May, 1981

褐稻虱的产卵繁殖和允许损失阈限

丁宗泽 陈茂林 李沛元
(江苏省苏州地区农科所)

摘要 褐稻虱 (*Nilaparvata lugens* Stal) 系本区水稻穗期常易暴发的害虫。 每年夏初自南方随西南气流渐次迁入虫源。成虫寿命和产卵历期很长,有两个产卵高峰,峰距为 5 天左右,峰期可持续 10 天左右。产卵最适温度为 23°—26℃, 与温度的关系为 $y=4.58x-0.07x^2-0.0006x^3-49.58$ ($s_T=\pm 2.48, F<0.05$), 最利产卵的水稻生育期为孕穗抽穗期。

褐稻虱为害水稻所造成的损失与每穴实际虫量成正相关, 其迴归方程为 $y=0.39+0.31x$ ($r=0.92$), 在同虫量相同虫龄的为害下,中粳受害最烈,单杂次之,单晚最轻。双季后作中籼稻最易受害,中粳次之,晚粳最轻。各生育期中以孕穗至乳熟初期为害的损失最大, 乳熟中、后期次之, 分蘖末期至孕穗期较轻。当每穴虫量特高时, 水稻在短期内枯死倒伏。 从测定看出: 水稻穗期因褐稻虱致枯死的损失与齐穗后的天数成反相关,方程为 $y=109.908-1.8175x$ ($r=-0.9540$)。

通过研究, 认为本区褐稻虱为害的允许损失阈限以控制在 5% 以下为宜, 每穴的虫量标准主代为 8—10 头;前一代为 0.3—0.5 头;主代防治应在若虫第一高孵期,前一代则在成虫羽化前夕。

一、褐稻虱的产卵规律

1. 产卵持续期 褐稻虱羽化至始卵之间称为产卵前期。始卵后至突增尚有一个过程,羽化至卵量突增的历期称为产卵高峰前期。 根据 1977、1978 年观测, 证实两期都与温度成反相关, 且形成明显的近似双曲线, 产卵前期的迴归方程为 $y=1094x^{-1.6814}$ ($r=0.8804$), 产卵高峰前期为 $y=4663x^{-2.0110}$ ($r=0.98$) (系省气象局统计, x 为温度, y 为产卵期),见图 1。

褐稻虱成虫产卵有二个高峰, 峰距约 5 天左右, 长翅成虫羽化后第 9 天和 15 天分别

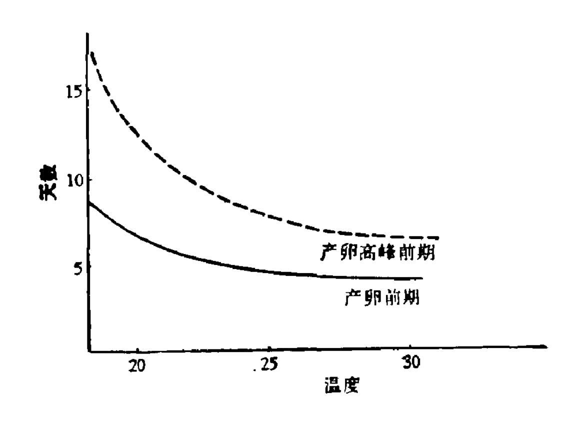


图 1 长翅成虫产卵期与温度关系 (1977—1978 年)

图 2 褐稻虱逐日产卵百分比曲线图 (1976 年)
—— 长翅 —— 短翅

本文于 1979 年 6 月收到。
1. 本文承江苏农科院杜正文、钱永庆老师指导、胡建章同志和本所吴中林副所长的帮助,特此致谢。
2. 本研究工作 1977 年有江苏农科院王强同志参加, 1979 年有南京农学院张国彪、陈炳祥同学参加, 表示感谢。

出现高峰。短翅成虫的消长与长翅相仿，但两期都分别提早 2—3 天，见图 2。

2. 褐稻虱的产卵量：

(1) 与温度的关系　1976—1977 年分别在 10 个温度组合中观察，发现褐稻虱最宜于 23°—26℃ 中产卵，当日平均温度高于 29℃ 和低于 21℃ 时，产卵量出现明显的下降。其迴归方程是：$y = 4.58x - 0.07x^2 - 0.0006x^3 - 49.58$($s_r$值 $= \pm 2.48$ $F < 0.05$)(x 为温度，y 为每头每天平均卵量)，见表 1。

表 1　长翅成虫在不同温度中的产卵量 (1976—1977 年)

平均温度(℃)	31.3	29.4	28.4	27.4	26.3	25.5	24.3	23.3	22.8	20.9
观察头数	24	32	28	22	16	26	28	31	19	30
10 天高峰期总卵量	1104	1536	1736	1474	1440	1742	4452	2914	2014	1500
每头每天平均卵量	4.6	4.8	6.2	6.7	9.0	6.7	15.9	9.4	10.6	5.0

(2) 与翅型的关系　短翅成虫产卵量普遍高于长翅，1976 年用苏粳四号为饲料，第二代短翅比长翅的产卵量增加近一倍，第三代增加 20% 左右，产卵高峰期分别延长 3—5 天。见表 2。

表 2　不同翅型褐稻虱产卵期、产卵量比较 (1976 年)

代别	翅　型	观察日期	虫数	产卵前期(天)	高峰前期(天)	高峰持续(天)	成虫寿命(天)	产卵量(粒/头)	平均温度(℃)	s	t
二代	长翅	7/31—8/20	28	4.1	5	9	11.6	87.1	28.9	63.4	2.29*
	短翅	8/1—9/1	15	3.2	5	14	15.5	158.7	27.6	164.6	
三代	长翅	9/7—10/20	37	5.6	7	9	25.1	175.2	22.2	51.5	2.20*
	短翅	9/6—10/20	24	3.9	5	11	16.3	252.1	22.2	100.2	

* 差异极显著。

(3) 与水稻生育期的关系　1976 年将中粳和晚粳分期播种，均取分蘖、孕穗、乳熟期，同期接长、短翅型产卵，结果如下：(a) 两种翅型都宜在孕穗期产卵，且卵量最大。(b) 再次证实在同生育期中短翅产卵量大于长翅，见表 3。

二、褐稻虱的增殖和繁殖

为了便于防治上的应用，我们将前一代 3 龄若虫高峰至下代 3 龄高峰的虫量比值称为增殖。前一代雌虫高峰至下代 3 龄高峰的虫量比值称为繁殖。

1. 前一代虫量与下代虫量的关系：

根据四年预测田的调查和盆栽罩笼饲养的观察；后季稻前二代至前一代的增殖和繁殖都比前一代至主代为小；而单季稻却是前一代至主代大于主代至下一代。一般发生年的增殖和繁殖又较大发生年减少 30—50%。现将四年来的增殖和繁殖倍数归纳如表 4。

表 3 长、短翅雌虫在水稻各生育期的产卵量(1976 年)

翅型	品种	分蘖期		孕穗期		乳熟期		s 值			t 值		
		观察头数	每头平均产卵量(粒)	观察头数	每头平均产卵量(粒)	观察头数	每头平均产卵量(粒)	分—孕	孕—乳	分—乳	分—孕	孕—乳	分—乳
长翅	南粳33	31	167.5	22	294.4	29	198	23.2	23.3	14.0	**5.47	**4.2	**2.12
	苏粳二号	28	135.5	24	257.0	24	182	14.3	43.7	20.8	**8.5	*1.72	**2.23
短翅	南粳33	24	195	26	316.4	20	198	24.1	25.9	16.7	**5.1	**4.6	0.2
	苏粳二号	20	246.2	18	428	19	196	38.4	35.5	30.5	**4.7	**6.6	*1.7

* 差异显著；** 差异极显著。

表 4 褐稻虱增殖繁殖的平均值 (1976—1979 年)

类型	增殖				繁殖			
	单季晚稻		后季稻		单季晚稻		后季稻	
	前一代至主代	主代至下代	前二代至前一代	前一代至主代	前一代至主代	主代至下代	前二代至前一代	前一代至主代
大发生年	1:30—40	1:10—20	1:15—20	1:25—40	1:80—100	1:50—60	1:60—70	1:100—150
中发生年	1:20—30	1:5—10	1:10—15	1:20—30	1:60—80	1:40—50	1:40—60	1:60—100

2. 与水稻生育期的关系

褐稻虱最适在水稻孕穗期产卵，而最利于生长的是孕穗末期至抽穗期。1977 年将早翻早、双季后作、单季杂优、单季晚稻等在分蘖期、孕穗末期至抽穗期和乳熟期接虫产卵繁殖，三龄期检查，看出长翅成虫在早翻早(后作籼稻)和双季后作(后作中粳)中分蘖期繁殖率低，而孕穗末期后二期繁殖量大，这反映了后季稻后期虫量突高，为害严重与有利于褐稻虱繁殖有关。而单季稻则只在孕穗末期至抽穗期繁殖明显增加，其余二期都较小，所以单季只需控制关键期的虫量就能减轻为害（见表 5)。

表 5 褐稻虱在各茬不同生育期的繁殖量 (1977 年)

类别	品种	繁殖倍数			s 值			t 值		
		分蘖期	孕穗末期至抽穗期	乳熟期	分—孕	孕—乳	分—乳	分—孕	孕—乳	分—乳
早翻早	广六矮四号	81	237.9	177.3	35.97	40.65	22.98	4.36*	1.49	4.19*
双季后作	南粳 33	84	291.5	98	70.1	73.4	22.4	2.96*	2.64*	0.63
单杂	南优二号	29	177	43	54.8	55.3	13.3	2.70*	2.42*	1.05
单晚	苏粳二号	35.5	237	78	46.2	47.6	15.3	4.36*	3.34*	2.78*

* 差异显著。

以上说明褐稻虱最适宜在水稻孕穗期产卵，所以往往虫量突增都出现在抽穗期。因此，本区水稻穗期温度稳定在 22—26℃，则孕穗期虫量的基数是主代为害轻重的基础。

三、水稻受害后的损失测定

1. 水稻不同生育期受害后的损失差异

通过 1978、1979 年将分期播种的水稻于同期接若虫为害 30 天左右。从测定看出：受害最重的是孕穗末期至乳熟初期，其次是乳熟中期至末期，受害最轻的是分蘖期至孕穗末期。表现为孕穗末期至乳熟初期受害后秕率显著增高，千粒重下降，实粒数减少。乳熟中期受害主要是千粒重下降。分蘖期受害后秕率特别高，实粒数减少明显，但由于除虫早，后期营养成分集中于剩余健粒内，故千粒重高于对照，所以损失减轻（见图 3、表 6）。

表 6　水稻各生育期受害后的穗粒变化* (1978 年)

生育期	分蘖末期—孕穗末期			孕穗末期—乳熟初期			乳熟中、后期		
每穴接虫头数	25	50	90	25	50	90	25	50	90
检查时每穴头数	11.0	18.5	27.6	15.4	45.9	52.1	17.4	27.4	55.6
秕谷比对照增%	10.63	10.78	10.86	6.16	10.96	13.13	4.30	6.44	6.20
千粒重比对照±%	+ 0.44	+ 0.98	+ 0.35	− 0.2	− 0.24	− 0.88	−1.45	− 2.45	− 1.99
实粒比对照减%	2.41	9.27	25.14	4.97	7.44	10.87	0.57	1.27	2.34
产量比对照减%	0.33	0.64	2.39	3.94	13.35	17.01	2.71	4.99	6.57

* 接虫时均为初孵若虫，检查时多羽化为成虫。

2. 水稻同生育期不同虫量为害后损失差异

(1) 大田、小区试验。1977 年在同生育期不同小区中观察，当前一代每穴虫量 0.5 头时，主代最高虫量为 14.4 头，小区平均损失为 5.04%，当前一代每穴虫量为 1.1 头时，主代最高虫量为 24.5 头，小区平均损失为 9.6%（见图 4）。

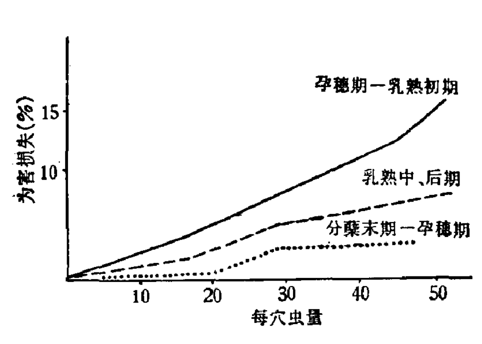


图 3　褐稻虱于各生育期为害差异 (1978 年)

主代虫量
前一代虫量
每穴虫量
20
10
损失(%)
10
6
2
25
24
23
22
21
3厘田产量(斤)

图 4　同田前一代与主代不同虫量的为害 (1977 年)

1978 年设置单晚和后季的小区，观察褐稻虱所造成的损失差异，通过核产更明显地看出同虫量对单晚为害轻于后季。如单晚平均每穴有褐稻虱 38.7 头时，水稻损失 16.04%，而后季却损失 26.1%。

(2) 盆栽观察　1978 年将不同虫量接入始穗期的南粳 33 内，任其危害一个世代。测定表明水稻穗期由褐稻虱所造成的损失与每穴实际虫量成正相关，其迴归方程为 $y = 0.39 + 0.31x (r = 0.9240)$（$x$ 为每穴的虫量；y 为实际造成的损失率）见图 5。

3. 同虫量不同为害时间、不同翅型的差异

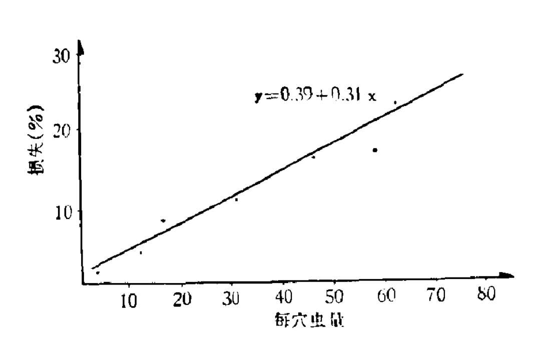


图 5　每穴不同虫量的损失率(1978 年)

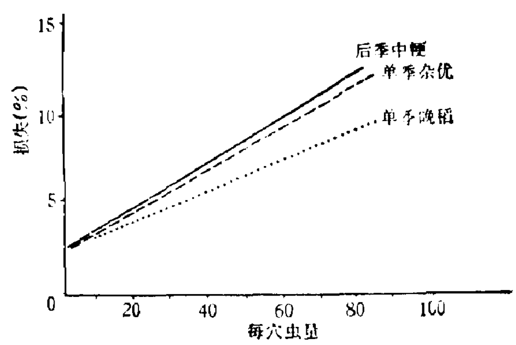


图 6　不同稻种为害损失比较(1979 年)

褐稻虱高、低龄若虫和长、短翅成虫，在水稻生长期往往是交叉或同时存在。为明确各自造成的损失，1979 年进行了大田笼罩试验，可看出平均每穴接一龄若虫 9.3 头为害 20 天，水稻损失 5.46%；而接一龄若虫 9.6 头为害 10 天，水稻损失 2.12%。1978 年每穴接刚羽化的短翅成虫 6 头为害 10 天，损失产量 1.78%，接 10 头损失产量 2.38%。而接同虫量的长翅成虫损失产量仅为 0.12% 和 0.78%。可见褐稻虱长翅为害比较轻微。

4. 褐稻虱对不同稻种造成的损失差异

1979 年将单季晚稻、单季杂优、后季中稻分别进行盆栽，水稻始穗期统一接入一龄若虫为害 20 天。中粳受害最重，单杂次之，单晚最轻。其迴归方程依次为：$y=3.12+0.1182x$ $(r=0.9382)$；$y=2.36+0.117x$ $(r=0.9647)$；$y=2.57+0.084x$ $(r=0.9310)$（见图 6，x 为每穴虫量，y 为损失率)。

同年又将后季早翻早(早籼)、中粳及晚粳分别栽于笼内，抽穗始期接入一龄若虫为害 20 天，结果是早籼受害最重，中粳次之，晚粳最轻(见表 7)。

表 7　后季不同稻种为害比较　(1979 年)

早翻早(广六矮四号)					中粳(南粳 33)					晚粳(农虎 3—2)				
每穴虫数	每穗平均		千粒重(g)	损失率%	每穴虫数	每穗平均		千粒重(g)	损失率%	每穴虫数	每穗平均		千粒重(g)	损失率%
	实粒	秕率%				实粒	秕率%				实粒	秕率%		
0	52.7	12.26	21.63	/	0	88.2	6.0	23.82	/	0	64.5	9.53	25.01	/
2.8	52.9	11.39	20.87	3.16	2.5	87.5	6.5	23.52	1.95	2.8	65.1	7.34	24.05	2.85
10.7	50.1	15.51	20.87	8.25	9.3	85.1	8.7	23.36	5.33	9.0	63.8	10.14	24.02	4.96
45.8	46.7	22.60	20.39	16.47	20.2	82.5	15.2	23.34	8.33	24.4	64.4	10.13	23.34	6.76

综上说明：(1) 褐稻虱对水稻为害主要在抽穗后期至乳熟初期。(2) 对水稻为害的程度与每穴虫量和虫龄有关。在无外来补充虫源的情况下，前一代的虫量乘以增殖的倍数就可预估下代的虫量及为害的轻重。(3) 为害水稻主要是褐稻虱的高龄若虫和短翅成虫。而高秆、晚熟的品种抗耐能力明显地强于矮秆早熟的品种。

四、水稻穗期枯死的损失

1. 穗期不同生育阶段"冒穿"*的损失

测定表明：褐稻虱为害水稻时，在穗期"冒穿"越早，损失越重。1978 年定点观察，扬花期"冒穿"的基本颗粒无收，乳熟期"冒穿"的水稻损失在 60% 左右，即使黄熟期"冒穿"，水稻也将损失产量20—30%。1979年标定了齐穗后的天数与穗期"冒穿"的关系，为负相关，其迴归方程为 $y=109.908-1.8175x$ ($r=-0.9540$)（y 为损失率，x 为齐穗后天数）。

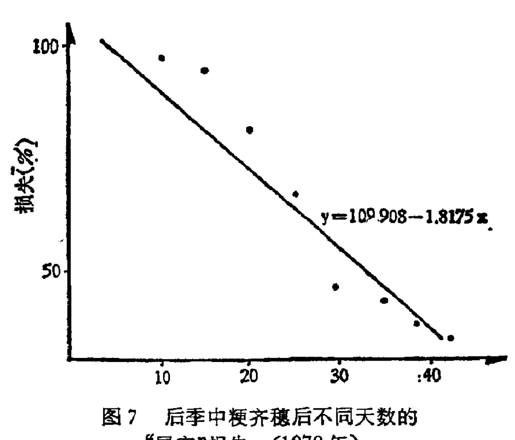


图 7　后季中粳齐穗后不同天数的"冒穿"损失　(1979 年)

2. 不同品种"冒穿"的损失差异

1977 年—1979 年水稻后季南粳 33、后季广六矮四号、双丰四号、农虎 3-2 以及单晚苏粳二号等品种于扬花期、乳熟中期、腊熟期和黄熟期标定，发现各品种在同生育期的"冒穿"损失率基本一致，见表 8。

表 8　同生育期不同稻种"冒穿"的损失比较(%)(1977—1979 年)

生育期	早翻早(广六矮四号)	后季中粳(南粳 33)	后季晚粳(农虎 3-2)	后季中粳(双丰四号)	单季晚粳(苏粳二号)
扬花期	—	96.9	—	—	—
乳熟中期	71.2	66.3	62.4	63.5	68.1
腊熟期	51.1	44.7	56.1	51.2	44.6
黄熟期	35.1	39.6	—	32.8	28.4

3. 不同稻种"冒穿"的生育阶段

1979 年在预测田中定期对"冒穿"点标定，发现多在水稻乳熟末期出现"冒穿"点，高峰在腊熟期或黄熟期（见表 9）。

表 9　不同稻种各生育期"冒穿"所占百分率(%)　(1979 年)

类别与品种	冒穿点数	抽穗期	乳熟初期	乳熟中期	乳熟末期	腊熟期	黄熟期
早翻早(广六矮四号)	46	—	—	—	6.52	52.17	41.31
后季中粳(南粳 33)	75	4.0	8.0	18.67	22.67	20.0	26.66
后季晚粳(农虎 3-2)	33	—	—	21.21	24.24	30.3	24.35

从测查中还发现，不同稻种达到"冒穿"的虫量和为害持续期有差别，单晚由于植株高大、叶茂茎粗，当全田平均每穴虫量在 90 头以上，并连续为害 15 天左右时，就会出现"冒穿"点。而后季稻由于生长期短，植株幼嫩，当全田平均每穴虫量在 50 头以上，只需连续为害 10 天就会出现"冒穿"。"冒穿"点的虫量为该田平均虫量的 2—5 倍。

褐稻虱为害水稻，造成损失的因素很复杂，常因褐稻虱迁入的迟早、繁殖的多寡、侵害

* 指褐稻虱群集为害，造成稻株枯秆倒伏，使田中出现一团一团的枯死植株。

的时间、水稻健壮程度及天敌数量的多少而有差别。但根据褐稻虱的生物学特性、对温度和水稻生育期的选择及现有防治技术和经济条件，作者认为水稻受褐稻虱为害的产量允许损失以 5% 为宜。

五、讨论

1. 褐稻虱每年夏初自南方迁入我区，经定居产卵、繁殖扩散，直至穗期暴发成灾。连续为害 10—15 天至乳熟末期，即出现大量"冒穿"的现象。在单、双季稻并存地区，褐稻虱早发年份单晚上早羽化的成虫扩散入后季稻内，在秋季气温偏高时，后季稻就易遭受更加严重的为害。

水稻孕穗期是褐稻虱最有利的产卵阶段，抽穗期是虫量突增的关键时期，在此二个关键时期进行防治是有效的。1977 年做到了防前一代控主代，效果很好。1978 年则前一代不治，狠治抽穗期也收到了理想的效果。

2. 褐稻虱为害水稻的因素很多，但通过多次试验证明：(1) 为害水稻主要是高龄若虫和短翅成虫。(2) 为害水稻主要在乳熟初期。根据大面积防治的经济核算，总损失允许指标应定为 5% 为宜。针对这一指标，主代每穴的虫量应控制在 8—10 头以下，前一代每穴则在 0.3—0.5 头以下。

参 考 文 献

上海市川沙县植保植检站 1978 后季稻褐稻虱发生期中期预测办法的初步探讨。 昆虫知识 **15**(5): 129—34。
马世骏 1955 论害虫大发生及其预测(一)。昆虫学报 **5** (3): 351—71。
朱伯承 1975 农作物害虫预测预报的多因子综合相关性。 昆虫学报 **18**(4): 393—8。
张孝羲、程遐年、耿济国 1979 害虫测报原理和方法。农业出版社。
丁德俊 1979 温度条件与褐稻虱区域分布。江苏农业科学 **3**: 40—3。
江苏省褐稻虱科研协作组 1979 褐稻虱在江苏发生为害的研究。 江苏农业科学 **4**: 27—9。
岸车长一 1976 大气候条件引起白背飞虱和褐飞虱的长距离迁飞(译文)。江苏农学院病虫测报通讯 **19**: 22—7。
菲律宾稻褐稻虱学术讨论会 1977
ECONOMIC THRESHOLOS, NATURE OF DAMAGE, AND LOSSES CAUSED BY THE BROWN PLANT-HOPPER. (专印本)。

THE REPRODUCTIVE RATE AND ECONOMIC THRESHOLD OF THE BROWN PLANTHOPPER *NILAPARVATA LUGENS*

DING ZONG-ZE CHEN MAO-LING LI PEI-YUAN
(Agricultural Institute of Suzhou District, Jiangsu Province)

The brown planthopper *Nilaparvata lugens* is a common outbreak-typed insect pest causing damage to rice during maturation in Suzhou district. The migrating adults invade the rice fields in early summer from the south through the conveyance of air currents. The life span of the adult and the ovipositing period may be quite long and there are two peaks of ovipositing activity separated by a period of about five days and each lasting about ten days. The optimal temperature for oviposition ranges from 23° to 26°C and the number of eggs laid bears a relation to temperature like $y=4.58x-0.07x^2-0.0006x^3-49.58$. The booting and heading stages of the rice growth are most favourable time for the planthoppers to oviposit.

The losses in the yield of rice are correlated to the numbers of planthoppers in each hill: $y=0.39+0.31x$ $(r=0.92)$. Under comparable conditions the middle-season round-grained rice suffers the heaviest damage, the single crop of mixed rice the next, and late single crop the least. The late middle-seaon long-grained rice in double cropping is most vulnerable, the middle-season round-grained rice the next, and the late round-grained rice the least. The loss will be the heaviest when infestation occurs from booting to early milking stages, next from middle to late milking stages, and least from tillage to booting. Hopperburn will be caused by a large number of insects in each hill. The losses bear a inverse relation to the number of days after heading: $y=109.908-1.8173x$ $(r=-0.95)$.

It is considered that the economical threshold of the brown planthopper should be kept within 5%, the number of insects of the damaging generation should be controlled under 8 to 10, that of the preceding generation under 0.3 to 0.5, and chemical control should be carried out at the peak of nymph hatching of the damaging generation and just before adult emergence of the preceding generation.